



Impacts écologiques des activités de restauration des terres dégradées dans trois terroirs villageois de la région de Maradi (Niger)

Haoua SOUBEIGA WANOGO^{1*}, Ousseini MOUSSA ABDOU²,
Mahaman Moustapha ADAMOU, Amadou GARBA⁴, Boubacar SOUMANA³,
Kalidou ILLA MAHAMANE⁵ et Hamza MAYAKI KONA⁴

¹Ecole doctorale « Art, Sciences de l'homme et de la Société » de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, BP : 10896, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Niamey Niger.

²Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), BP : 429 Niamey-Niger.

³Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey, BP : 10960 Niamey-Niger.

⁴Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale (CNSEE). BP : 11870 Niamey- Niger.

⁵Faculté des Sciences et Techniques, Université de Dosso, BP : 320 Dosso, Niger.

*Auteur correspondant ; E-mail : haouasoubiegawanogos@gmail.com; Tel : 0022784468105

Received: 10-01-2024

Accepted: 27-03-2024

Published: 30-04-2024

RESUME

La région de Maradi au Niger faisait face à une forte pression démographique qui se traduisait par une pression continue sur les ressources naturelles. Ainsi, plusieurs travaux de restauration ont été réalisés à l'aide notamment des demi-lunes pastorales et de la fixation des dunes. Cette étude visait à évaluer les effets de ces techniques sur la végétation ligneuse et herbacée dans des sites récupérés des villages de Dara Amadou, Kouroungoussaou et Angué dans la région de Maradi. La méthode Braun-Blanquet (1932) a été appliquée pour les relevés phytosociologiques et celle de la récolte intégrale pour la détermination de la biomasse et de la capacité de charge. Des mesures dendrométriques ont été établies pour les ligneux. Ainsi, 180 espèces herbacées réparties dans 60 familles, 135 genres et 38 espèces ligneuses appartenant à 21 familles, ont été recensées. La famille des Gramineae était la plus répandue sur les trois sites, suivie de celle des Papilionaceae. Pour les ligneux, les Mimosaceae ont dominé. L'indice de diversité de Shannon a varié de 2,47 bits à 3,70 bits. La productivité des herbacées a passé de 1,664 t/ha à 1,894 t/ha. Ces résultats peuvent contribuer à définir des bases scientifiques de gestion durable des ressources naturelles.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Impacts, demi-lune, fixation des dunes, dégradation des terres, Niger.

ABSTRACT

The Maradi region of Niger was facing strong demographic pressure, which was resulting in continued pressure on natural resources. As a result, a number of restoration projects have been carried out, in particular using pastoral half-moons and dune fixation. The aim of this study was to assess the effects of these techniques on woody and herbaceous vegetation in reclaimed sites in the villages of Dara Amadou, Kouroungoussaou and Angué in the Maradi region. The Braun-Blanquet (1932) method was applied for phytosociological surveys and the integral harvesting method for determining biomass and carrying capacity. Dendrometric measurements were

taken for woody species. A total of 180 herbaceous species in 60 families, 135 genera and 38 woody species in 21 families were recorded. The Gramineae family was the most widespread at all three sites, followed by Papilionaceae. Among the woody species, the Mimosaceae dominated. The Shannon diversity index varied from 2.47 bits to 3.70 bits. Herbaceous productivity rose from 1.664 t/ha to 1.894 t/ha. These results may help to define the scientific basis for the sustainable management of natural resources.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Impacts, half-moon, dune fixation, land degradation, Niger.

INTRODUCTION

La dégradation des écosystèmes constitue l'une des causes prééminentes de réduction de la biodiversité dans le monde (Van den Berg et Kellner, 2005 ; Mganga et al., 2015). Ainsi, ces écosystèmes sont dépravés d'un nombre important d'espèces végétales. De ce fait, le souci de la conservation de la biodiversité, avec la prise en compte des besoins et aspirations des populations locales, est devenu réel depuis le Sommet sur la Terre en 1992 (Inoussa et al., 2013). L'érosion de la biodiversité se poursuit et constitue une menace pour l'humanité. D'après la Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification de 2017, 12 millions d'hectares sont perdus chaque année à cause de la désertification et de la sécheresse, et plus de 1,5 milliards des personnes dépendent directement des terres en cours de dégradation.

La zone sahélienne subit de plein fouet les effets néfastes de la désertification et du changement climatique et la flore de cette région se dégradent à un rythme inquiétant (Issoufou et al., 2018 ; Mahamane et al., 2018b). La pression anthropique, conjuguée à des sécheresses récurrentes, fragilise le développement de la couverture végétale (Biga et al., 2020). Dans ces paysages dégradés, la production agricole diminue, la biodiversité décline, la qualité de l'eau se détériore et les sols s'érodent (Frédérique, 2021). Au Niger, pays sahélien, le processus de la désertification se caractérise par une forte dégradation des terres et du couvert végétal principalement en raison des variations climatiques et des activités humaines (Moussa et al., 2022a). Ceci entraîne une paupérisation des populations et une insécurité alimentaire chronique. De nos jours sous l'effet de la pression anthropique, beaucoup d'espèces ont disparu, d'autres sont

menacées de disparition et le paysage naturel est transformé en parcs où cohabitent les ligneux les cultures et/ou les animaux (Larwanou, 2005). Le bétail fait de plus en plus une consommation sélective de la phytomasse, piétine le sol et dissémine les graines des plantes. Le déséquilibre entre les besoins des populations et la capacité de production des écosystèmes entraîne un amenuisement de ressources forestières consécutif à une baisse du niveau de vie des populations (Boubacar et al., 2022).

Au regard de la dégradation progressive des ressources naturelles, des activités de restauration des terres dégradées ont été entreprises par l'Etat nigérien, avec l'appui financier de certaines organisations nationales et internationales dont le Programme de Développement de l'Agriculture Familiale (ProDAF), le Programme Alimentaire Mondiale (PAM) et l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). Les actions de récupération des terres ont eu des impacts sur les écosystèmes dans plusieurs parties du Niger (Abdoulaye et al., 2021 ; Moussa et al., 2022b). Celles-ci constituent un moyen de reconstitution de l'écosystème dont le retour des différentes espèces (animales et végétales). C'est dans ce cadre que le ProDAF a conduit des activités de restauration des terres dégradées, en utilisant différentes techniques appropriées selon la nature des sites dans ses zones d'intervention. L'objectif du présent travail était d'évaluer les effets des demi-lunes et de la fixation des dunes sur la végétation ligneuse et herbacée sur ces trois sites.

MATERIEL ET METHODES

Présentation de la zone d'étude

La région de Maradi est caractérisée par deux zones agro écologiques : la zone sahélienne au nord et la zone sahélo-soudanienne au sud (Saadou, 1990). Cependant, le climat dominant est sahélien. C'est la partie la plus arrosée du pays avec une pluviométrie supérieure à 600 mm (Wata et al., 2012). La zone est caractérisée par une végétation de steppe à l'exception des formations forestières sur les plateaux et des galeries dans les dépressions (Rabiou et al., 2020). Trois types de sols sont rencontrés dans la région de Maradi : les sols hydromorphes des vallées, les sols sableux lessivés à complexes argilo-humiques déséquilibrés développés sur des entités dunaires stabilisées dans la partie nord de la région et les sols ferrugineux tropicaux de types soudano-sahéliens établis sur le socle cristallin dans la partie sud (Katkore et al., 2021). Ces sols sont destinés aux cultures pluviales, aux cultures irriguées et à la construction des habitations.

Les trois (3) sites dans la région de Maradi (Figure 1), objet de notre étude, font partie des sites d'intervention du ProDAF où des ouvrages de récupération des terres ont été réalisés (Tableau 1). Il s'agit des sites de :

- Angué dans la Commune de Gazaoua ;
- Dara Amadou dans la Commune rurale de Sabon Machi ;
- Kouroungoussaou dans la Commune rurale de Chadakori.

Matériel

Un ensemble de matériel a été utilisé (Tableau 2).

Echantillonnage

Deux types d'échantillonnages ont été réalisés :

Pour les demi-lunes pastorales, des placettes de 1000 m² (50 m x 20 m) distantes de 100m ont servi d'aire minimale pour le relevé dendrométrique. Ainsi, un taux de 2,5% de la superficie du site a été fixé. Le nombre de placettes à placer a été déterminé selon la formule suivante :

$$n = T \cdot S / s$$

n = nombre de placettes à installer ; **T** = taux de la superficie à inventorier ; **S** = superficie totale du site ; **s** = superficie d'une placette.

Vingt-quatre (24) placettes ont été implantées dans le site de Kouroungoussaou (Figure 2) et vingt-cinq (25) placettes dans le site Dara Amadou (Figure 3).

Pour la fixation des dunes : les mesures dendrométriques ont été réalisées dans des placettes de 500 m² (25 m x 20 m). Pour cette dernière, les unités d'échantillonnages sont disposées à intervalles réguliers (130 m sur 100 m) à l'aide d'une grille de maille du site (Mahamane et al., 2018a). Le dispositif de la fixation des dunes tient compte de l'homogénéité en lien avec la morphologie du site. Au total douze (12) placettes ont été implantées à Angué (Figure 4). Les relevés ont été réalisés entre septembre et octobre 2022 pour tous les sites, période correspondant à l'optimum de croissance de la végétation au Sahel (Massaoudou et al., 2015).

Collecte des données

Mesures dendrométriques

Un mètre ruban de 50 m et des piquets métalliques ont été utilisés pour délimiter les placettes. L'ensemble des ligneux contenus dans chaque placette a été dénombré. L'inventaire a consisté à faire un recensement systématique de toutes les espèces ligneuses. Pour chaque ligneux, les paramètres dendrométriques suivants ont été mesurés : la hauteur, le diamètre du tronc à 20 cm et à 1,30 m de hauteur (pour les individus ayant au moins 1,5 m de hauteur) et les diamètres du houppier (D1 et D2) dans deux directions perpendiculaires. Les espèces ligneuses ayant un diamètre inférieur à 4 cm n'ont pas été mesurées car considérées comme étant des rejets.

Relevés phytosociologiques

Les relevés phytosociologiques ont été effectués selon la méthode de Braun Blanquet (1932) qui consiste à attribuer un coefficient à chaque espèce identifiée et recensée dans la placette sur la base de leur abondance/dominance.

Phytomasse herbacée

La quantification de la biomasse herbacée a été réalisée par la méthode de la récolte intégrale des carrés de rendements. Dans chaque placette, la récolte a été effectuée sur cinq carrés et a consisté à couper toutes les herbes au plus bas possible (Saidou et al., 2013). Les échantillons ont été étiquetés puis pesés à l'état frais. Par la suite, la biomasse a été séchée à 80°C dans un four pendant 72 heures avec une pesée toutes les 24 heures à l'aide d'une balance électronique Ranger™. Cela a permis de calculer la productivité en matière sèche sur les sites à travers la formule suivante :

$$P = \sum Pc/Nc \quad (1)$$

Avec P = productivité, Pc = poids cumulés des placeaux, Nc = nombre des placeaux

Analyse et traitement des données

Paramètres dendrométriques

➤ Densité moyenne des arbres (N)

La densité du peuplement ligneux a été calculée selon la formule suivante (Mahamane et al., 2009) :

$$N = n/s \quad (2)$$

Avec n : nombre total d'arbres et s : surface totale inventoriée.

Capacité de charge

La capacité de charge de la biomasse consommable par les animaux est déterminée sur la production herbacée annuelle selon la formule suivante (Kouassi et al., 2014) :

$$CC \left(\frac{UBT}{an} \right) = \frac{\text{Production} \times k}{6,25 \left(\frac{\text{kgMS}}{UBT} \right) / \text{jour}} \times$$

durée d'utilisation (3)

Où :

- 6,25 = Consommation journalière d'une Unité de bétail Tropical (UBT) ;
- k = Coefficient d'utilisation (k = 0,33) ;
- MS : Matière sèche

Fréquence spécifique (FS) et Contribution spécifique (CS) des espèces ligneuses

La FS est le nombre de fois que l'espèce a été observée dans les unités d'échantillonnages. Quant à la CS, elle correspond à la distribution d'une espèce par rapport à la distribution de toutes les espèces dans le peuplement des unités d'échantillonnages.

$$CS(\%) =$$

$$\frac{\text{fréquence d'une espèce particulière}}{\text{fréquence totale de toutes les espèces des unités d'échantillonnage}} \times 100 \quad (4)$$

Indices de diversité floristique

La détermination de la diversité alpha a été faite par le calcul de la richesse spécifique (R), de l'indice de diversité de Shannon (H'), et de l'équitabilité de Pielou (E). Ils sont sans doute, les indices les plus utilisés dans l'étude de la diversité de la végétation tropicale (Djogo et al., 2012 ; Saidou et al., 2013 ; Bio et al., 2021). Ces grandeurs ont été calculées selon les formules suivantes :

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad (5)$$

Où : P_i = Proportion de l'espèce par rapport à l'effectif total.

- H ∈ [0; 2,5], il est supposé faible ;
- H ∈ [2,6; 3,9], alors il peut être supposé moyen ;
- H ∈ [4; 6], alors H peut être supposé élevé.

$$E = H'/H_{\max} \text{ avec } E \in [0 - 1] \quad (6)$$

Où : H_{max} = log 2 R = la diversité théorique maximale de Shannon.

- Si E ∈ [0 ; 0,6] alors l'équitabilité de Pielou est faible (phénomène de dominance existant dans la communauté) ;
- E ∈ [0,7 ; 0,8] alors l'équitabilité de Pielou est moyenne ;
- E ∈ [0,8 ; 0,1] alors l'équitabilité de Pielou est supposée élevée.

Paramètres structuraux

Le logiciel Mini tab 14 a été utilisé pour établir les structures en diamètre et en hauteur. Ces structures ont été ensuite comparées à la distribution théorique de Wei bull (Husch et al., 2003) à trois paramètres (a, b, c). Cette distribution qui se fonde sur la fonction de densité de Probabilité est définie comme suit :

$$F(x) = \frac{c}{b} + \frac{(x-a)^{c-1}}{b} \exp \left[-\left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right] \quad (7)$$

Où :

x : diamètre des arbres ; a : paramètre de position ; b : paramètre d'échelle ou de taille ; c : paramètre de forme lié à la structure en diamètre ou hauteur considérée.

Les principales formes de distribution de Wei bull selon les valeurs du paramètre C ont été utilisées (Tableau 3).

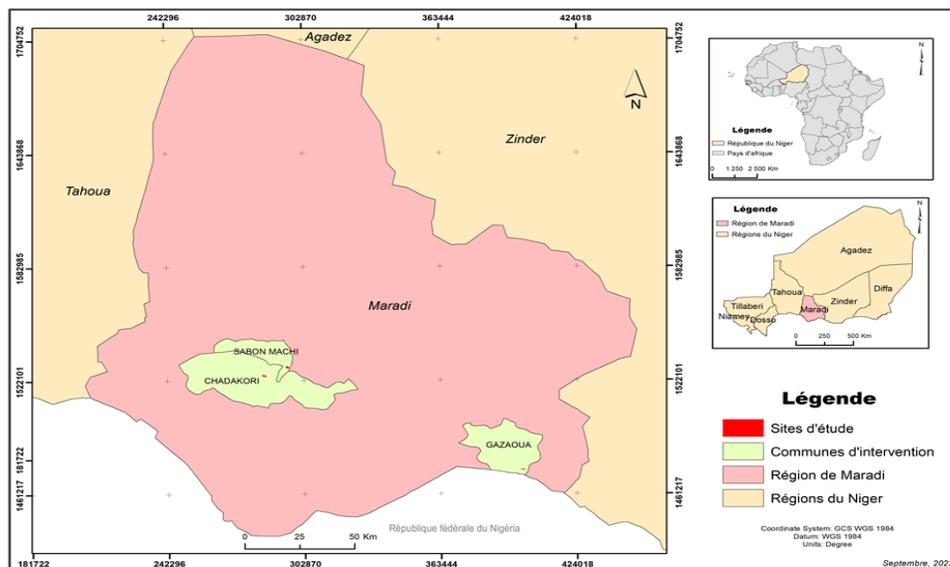


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude.

Tableau 1 : Caractéristiques des sites.

Sites	Zones climatiques	Superficie	Techniques de restauration
Angué	Sahélo-soudanienne	65 ha	Fixation de dunes
Dara Amadou	Sahélienne	100 ha	Demi-lunes et plantation
Kouroungoussaou	Sahélienne	95 ha	Demi-lunes et plantation

Tableau 2 : Matériel utilisé.

Nom de l'équipement	Utilisations
Des jalons	Pour la mesure des hauteurs des arbres
Un ruban	Pour la mesure des diamètres (Houppier)
Des piquets en fer	Pour matérialiser les limites des placettes
Un sécateur	Pour la coupe de la biomasse
Pied à coulisse	Pour la mesure du diamètre
Des Gants, Bottes	Pour la protection
Un peson/Balance	Pour le pesage de la biomasse
Des sachets	Pour transporter la biomasse
Appareil photo	Pour la prise de vues
GPS (Système Positionnement Global)	Pour la prise des coordonnées géographiques
Papier journal	Pour la conservation des espèces (Herbier)
Des fiches d'inventaires et d'enquêtes	Pour la saisie des données sur le terrain
Lexique des plantes du Niger	Pour l'identification des espèces

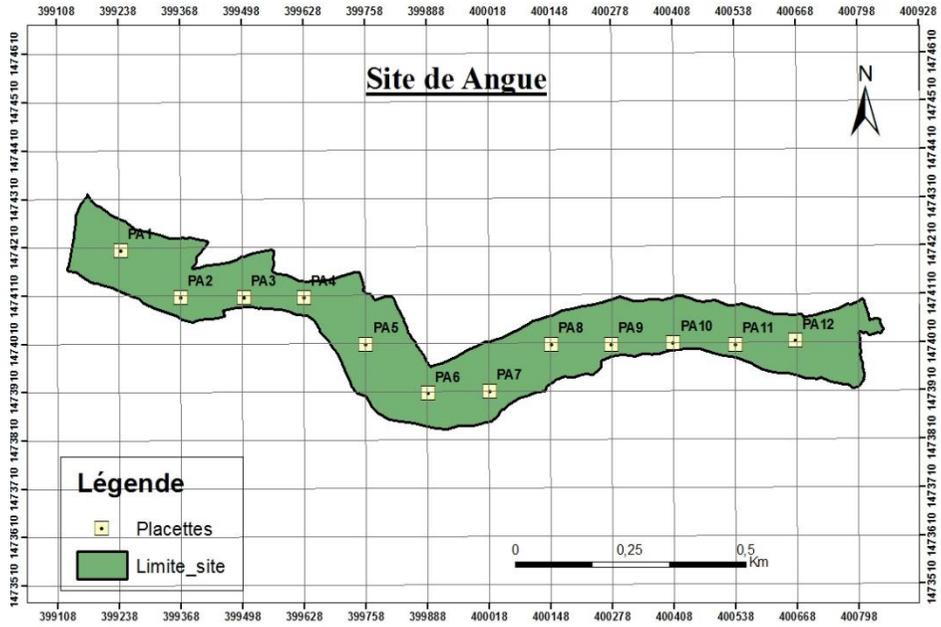


Figure 2 : Points d'implantation des placettes d'inventaire dans le site d'Angué.

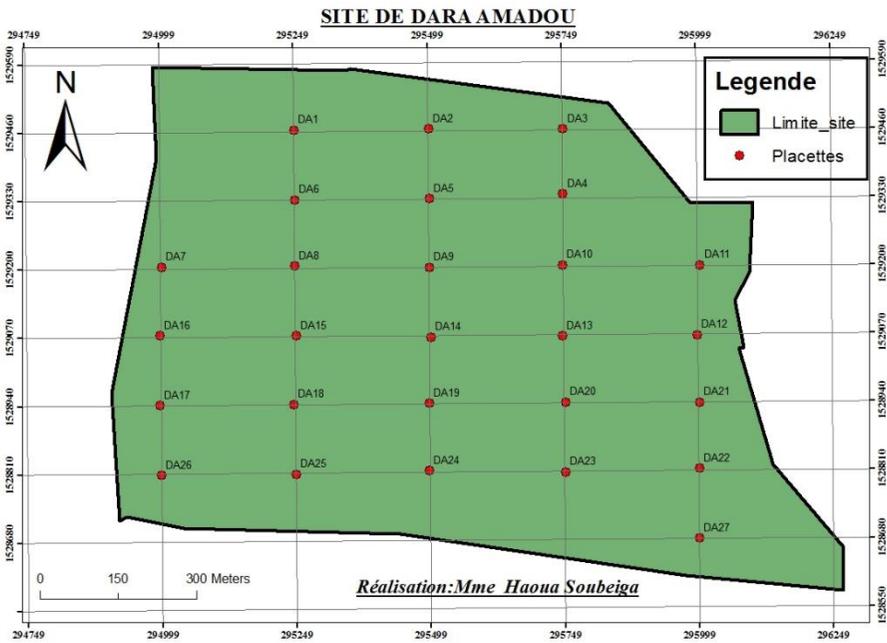


Figure 3 : Points d'implantation des placettes d'inventaire dans le site de Dara Amadou.

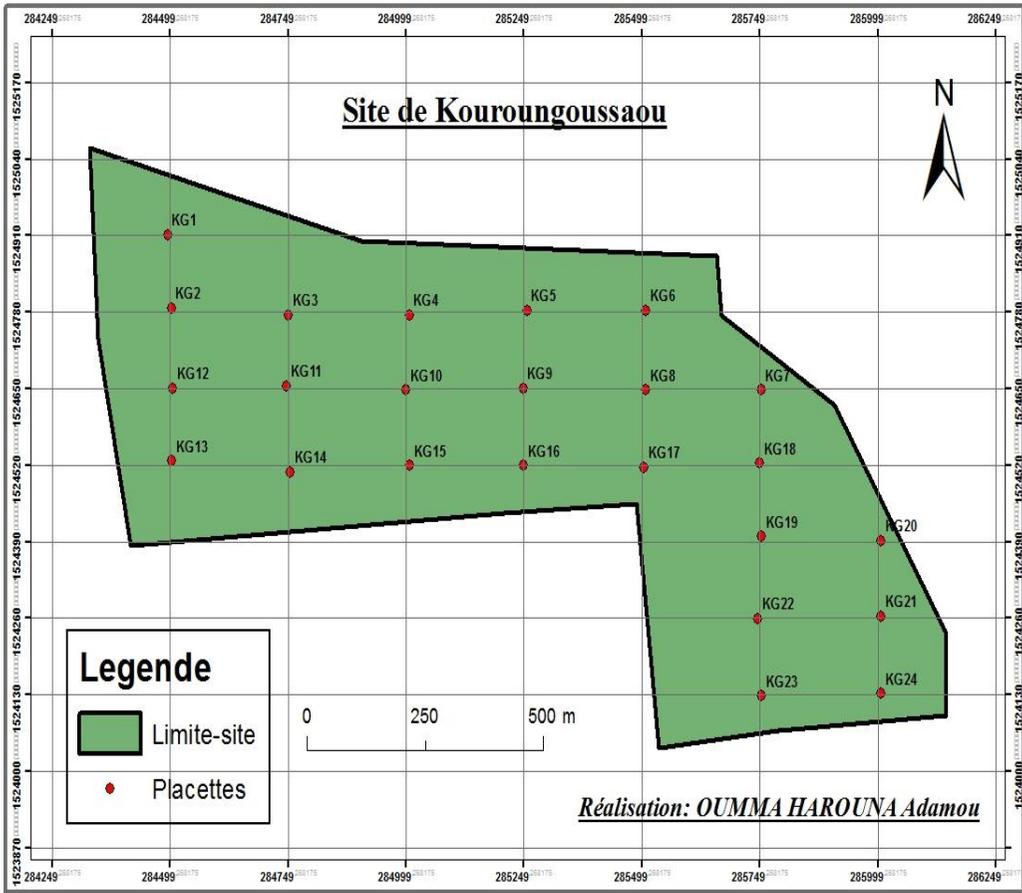


Figure 4 : Points d’implantation des placettes d’inventaire dans le site de Kouroungoussaou.

Tableau 3 : Formes de distribution de Wei bull selon les valeurs du paramètre C.

Paramètres	Distribution de Wei bull
$C < 1$	Distribution en « J renversé » caractéristiques des peuplements multi spécifiques in équiennes.
$C = 1$	Distribution exponentiellement décroissante caractéristiques des populations ou extinction.
$1 < C < 3,6$.	Distribution asymétrique positive ou asymétrique droite, caractéristiques des peuplements mono spécifiques avec prédominance d’individus jeunes ou de faible diamètre.
$C = 3,6$	Distribution symétrique, structure normale, caractéristique des peuplements équiennes ou mono spécifiques de même cohorte.
$C > 3,6$	Distribution asymétrique négative ou asymétrique fauche, caractéristiques des peuplements monos _spécifiques à prédominance d’individus âgés.

RESULTATS**Herbacées**

Sur les trois sites, 180 espèces herbacées regroupées en 60 familles et 135 genres ont été identifiées (Tableau 4). Les familles qui ont prédominé sont les Gramineae (17,21% à Angué, 21,92% à Dara Amadou et 21,62% à Kouroungoussaou) suivies des Papilionaceae.

Ligneux

38 espèces ligneuses ont été recensées dans les trois sites (Tableau 5). 21 familles ont été obtenues dont prédominent les Mimosaceae.

Diversité spécifique, équitabilité de Piélou (E)

La valeur de l'indice de Shannon-Weaver du site de Dara Amadou était la plus élevée avec $H' = 3,70$ bits avec une diversité maximale de 6,4 bits suivie du site d'Angué et de Kouroungoussaou respectivement 2,94 et 2,47 bits (Tableau 6). Les résultats montrent que la densité de la flore était moyenne sur les sites récupérés. Le site de Kouroungoussaou présente une valeur de productivité de biomasse plus élevée (1,894 t/ha) que Dara

Amadou (1,664 t/ha) et Angué (1,176 t/ha) (Tableau 7).

Diamètre des peuplements ligneux

La distribution de diamètre des sites de Dara Amadou et de Kouroungoussaou présentait une allure de forme en cloche caractéristique des peuplements mono-spécifiques avec une valeur de paramètre de forme C de la distribution de Weibull $1 < C < 3,6$. Cependant, la distribution du peuplement ligneux du site d'Angué présentait les caractéristiques des peuplements multi-spécifiques ou in équiennes (distribution en J renversé) avec $C = 0,824 < 1$ (Figure 5).

Structure en hauteurs des peuplements ligneux

La structure en classe de hauteur des peuplements ligneux des sites était celle d'un peuplement jeune. La distribution était asymétrique positive, caractéristique des peuplements mono-spécifiques avec une prédominance des individus jeunes avec une valeur du paramètre de forme de la distribution de Weibull, avec respectivement $C = 1,199$ pour le site de Kouroungoussaou, 1,780 pour le site de Dara Amadou et 1,361 pour Angué (Figure 6).

Tableau 4 : Familles et espèces herbacées.

Espèces herbacées	Familles	Sites		
		Kouroung.	Dara A.	Angué
<i>Monechma ciliatum</i> (Jacq.) Milne-Redh	Acanthaceae	+	+	+
<i>Achyranthes aspera</i> L.		+	+	+
<i>Celosia argentea</i> L.	Amaranthaceae	+	-	+
<i>Amaranthus viridis</i> Linnaeus, Sp. Pl		-	+	-
<i>Pupalia lappacea</i> (L.) Juss.		+	-	+
<i>Pergularia tomentosa</i> L.	Asclepiadaceae	+	+	-
<i>Killanga debilis</i>	Asteraceae	+	-	+
<i>Cassia italica</i> (Mill.) Lam. ex F. W. Andr.		+	+	-
<i>Cassia absus</i>		-	-	+
<i>Cassia occidentalis</i>		-	-	+
<i>Cassia sieberiana</i> DC.	Caesalpinaceae	-	+	-
<i>Cassia singueana</i> Del.		-	+	-
<i>Cassia mimosoides</i> L.		+	-	+
<i>Cassia tora</i> auct. non L.		+	+	+
<i>Polycarpaea</i> spp.	Caryophyllaceae	+	-	-

Espèces herbacées	Familles	Sites		
		Kouroung.	Dara A.	Angué
<i>Maerua angolensis</i> DC.	Capparidaceae	-	+	-
<i>Combretum collinum</i> Fresen.	Combretaceae	-	+	-
<i>Terminalia avicennioides</i>		-	-	+
<i>Comimealia stragali</i>	Commelinaceae	+	-	-
<i>Commelina bengalhensis</i> L.		+	+	+
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.		+	-	+
<i>Bidens pilosa</i> L.	Compositae	+	-	+
<i>Vernonia ambigua</i> Kotschy et Peyre.		-	+	-
<i>Evalvolus alsinoides</i> (L.) L.		+	+	+
<i>Ipomoea coscinosperma</i> Hochst. ex Choisy.		-	+	-
<i>Ipomoea dichroa</i> (Roem. et Schult)		+	+	-
<i>Ipomoea vagans</i> Bak. Et especes affines	Convolvulaceae	+	+	+
<i>Jacquemontia tannifolia</i> (L.) Griseb.		+	+	+
<i>Merremia tridentata</i> (Hochst. Ex Choisy) Hallier f.		+	+	+
<i>Citrullus colocynthis</i> (L.) Schrad		+	+	+
<i>Cucumis melo</i> L.	Cucurbitaceae	+	+	-
<i>Cucumis prophetarum</i> L.		-	+	-
<i>Cyperus amabilis</i> Vahl.	Cyperaceae	-	+	+
<i>Cyperus conglomeratus</i> Rottb		+	-	-
<i>Chrozophora brochiana</i> Vis.	Euphorbiaceae	+	+	+
<i>Phyllanthus pentandrus</i> Schum. et Thonn.		+	+	+
<i>Andropogon gayanus</i> Kunth		+	+	+
<i>Aristidia pallida</i> Steud. (1)		+	-	+
<i>Brachiaria xantholeuca</i> (Hack. Ex Schinz.) Staf		+	+	+
<i>Brachiaria discophyla</i>		-	+	-
<i>Cenchrus biflorus</i> Roxb.		+	+	+
<i>Cenchrus prieuri</i>		+	+	+
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.		+	+	+
<i>Digitaria gayana</i> (Kunth) Stapf ex A. Chev.		+	+	+
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.		+	+	+
<i>Digitaria longiflora</i>	Gramineae	+	-	-
<i>Panicum ganny</i>		+	-	-
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P. Beauv.		-	+	-
<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R Br.		-	+	+
<i>Panicum nigerense</i> Hitch.		-	+	-
<i>Eragrostis tremula</i> Hochst. ex Steud.		+	+	+
<i>Microchloa indica</i> (L.f) P.Beauv.		+	-	-
<i>Panicum laetum</i> Kunth		+	+	-
<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin.		+	+	-
<i>Schizachyrium exile</i> (Hochst.) Pilger		+	+	-
<i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth		+	+	-
<i>Sorghum spp.</i> Cultivés		+	-	-
<i>Leucas martinicusis</i> (Jacq.) Ait. f.	Lamiaceae	+	+	+
<i>Urginea indica</i> (Roxb.) Kunth	Liliaceae	-	+	-

Espèces herbacées	Familles	Sites		
		Kouroung.	Dara A.	Angué
<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Malvaceae	+	-	-
<i>Hibiscus asper</i> Hook. f.		-	+	-
<i>Sida alba</i> L.		-	+	+
<i>Sida cordifolia</i> L.		+	+	+
<i>Sida linifolia</i> Juss. ex. Cav.		-	+	-
<i>Sida ovata</i> Forsk.		+	+	+
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Nyctaginaceae	-	+	-
<i>Sesbania leptocarpa</i> DC.	Papilionaceae	+		
<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (Schum.et Thonn.) J. Leonard		+	+	+
<i>Crotalaria arenaria</i> Benth.		+	-	+
<i>Indigofera astragalina</i> DC.		+	+	+
<i>Indigofera diphylla</i> Vent.		-	+	+
<i>Indigofera hirsuta</i> L.		+	+	+
<i>Indigofera tinctoria</i> Linnaeus		-	+	-
<i>Sesbania pachycarpa</i> DC.		-	+	-
<i>Stylosantiles funticosa</i>		+	-	+
<i>Tephrosia bracteolata</i> Cuill. et Perr.		+	-	+
<i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers.		+	+	+
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.		+	-	-
<i>Zornia glochidiata</i> Reich. ex DC.		+	+	+
<i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl		Pedaliaceae	+	+
<i>Borreria radiata</i> DC	Rubiaceae	+	+	+
<i>Borreria scabra</i> (Schum. et Thonn.) K. Schum.		+	+	-
<i>Mitracarpus scaber</i> Zucc.=M.Villosus (Sw.) DC		+	+	+
<i>Waltheria indica</i> L.	Sterculiaceae	+	+	+
<i>Corchorus tridens</i> L. et	Tiliaceae	+	+	+
<i>Triumfetta pentandra</i> A. Rich.		+	+	+

+ : Présence de l'espèce ; - : Absence de l'espèce

Tableau 5 : Espèces ligneuses présentes dans les sites.

Espèces ligneuses	Familles	Sites		
		Kouroung.	Dara A.	Angué
<i>Acacia nilotica</i> (L) Willd.	Mimosaceae	+	+	-
<i>Acacia raddiana</i> save		+	-	-
<i>Acacia senegal</i> (L) Willd		+	-	+
<i>Faidherbia albida</i> Del.		+	-	+
<i>Prosopis africana</i>		+	-	+
<i>Acacia olo</i>		-	+	+
<i>Prosopis juliflora</i>		+	+	-

Espèces ligneuses	Familles	Sites		
		Kouroung.	Dara A.	Angué
<i>Prosopis longiflora</i>		-	+	-
<i>Cassia Singuana</i>		-	+	-
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) DEL.	Balanitaceae	+	+	+
<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.		+	+	+
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst	Caesalpiniaceae	+	+	+
<i>Diaspiros mulfuris</i>	Ebenaceae	-	-	+
<i>Combretum micranthum</i>		-	+	-
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Combretaceae	+	-	-
<i>Guiera senegalensis</i> J.F.		+	+	+
<i>Maerua crassifolia</i> Forsk.	Capparaceae	+	+	-
<i>Hyphaene thebaica</i>	Palmae	-	-	+
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Rhamaceae	+	+	-
<i>Annona senegalensis</i>	Annonaceae	-	-	+
<i>Neocarya macrophylla</i>	Chrysobalanaceae	--	-	+
<i>Leptadenia hastata</i>	Asclepiadaceae	-	-	+

+ : Présence de l'espèce ; - : Absence de l'espèce

Tableau 6 : Indice de diversité et d'équitabilité de Pielou.

Indices	Unités	Sites		
		Angué	Dara A.	Kouroung.
Richesse spécifique	Espèces	58	86	74
Indice de Shannon (H')	Bits	2,94	3,70	2,47
Diversité maximale (H max)	Bits	5,85	6,4	6,02
Equitabilité de Piérou (E)		0,50	0,57	0,39

Tableau 7 : Productivité des sites.

Sites	Productivité (Tonne/ha)
Angué	1,176 ± 1,18
Dara Amadou	1,894 ± 1,89
Kouroungoussaou	1,664 ± 1,66

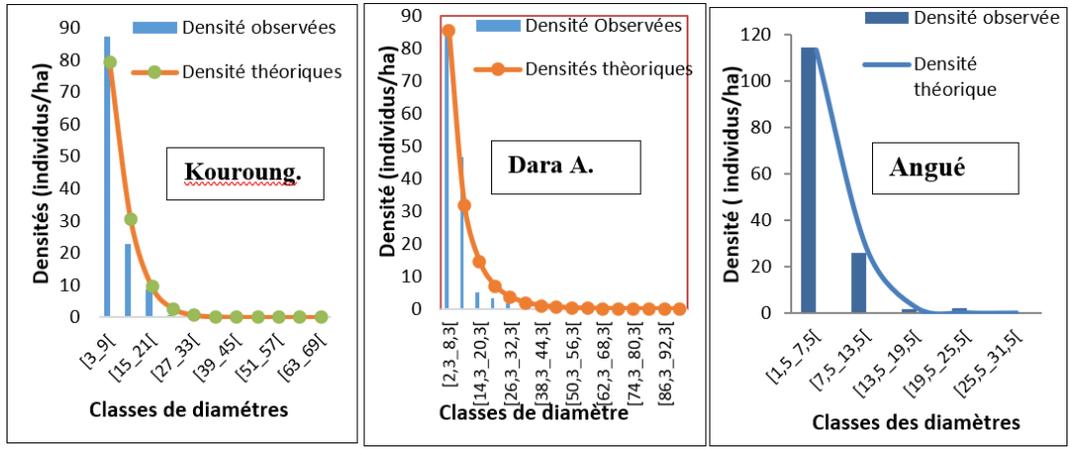


Figure 5 : Classes des diamètres dans les trois sites étudiés.

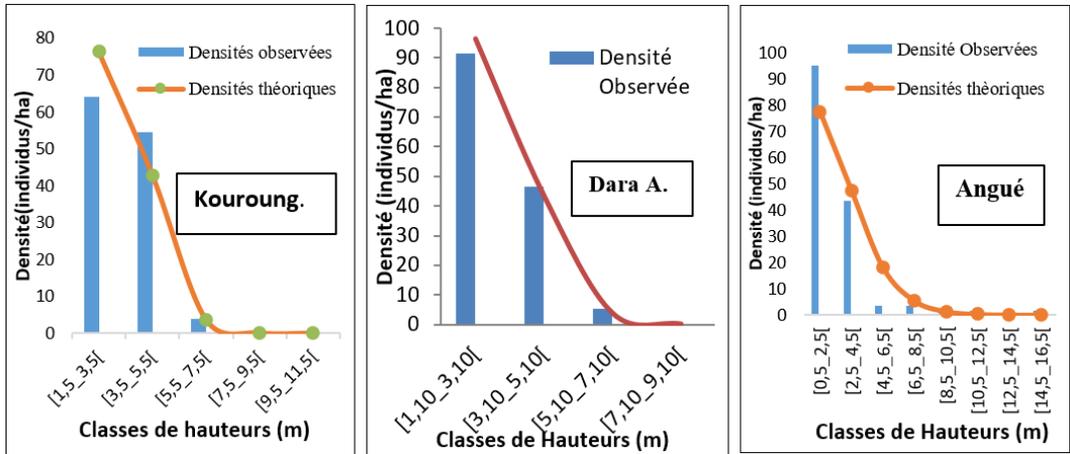


Figure 6 : Classes des hauteurs des ligneux sur les trois sites.

DISCUSSION

La richesse spécifique totale était de 218 espèces réparties dans 75 familles et 157 genres. Ces résultats ont été supérieurs à ceux trouvés par Mamadou et al. (2018) dans leur étude sur l'analyse de l'état de la diversité floristique des plateaux suivant un gradient d'aridité Nord – Sud dans la réserve de Biosphère du W du Niger. En effet, les trois sites ne présentaient pas la même richesse floristique. Ainsi 74 espèces ont été relevées à Kouroungoussaou, 86 espèces à Dara Amadou et 58 à Angué.

S'agissant des herbacées, 180 espèces

ont été inventoriées, regroupées dans 60 familles et 135 genres. Sur l'ensemble des relevés, la famille la plus diversifiée était celle des Gramineae avec 42 espèces dont 16 à Kouroungoussaou soit un taux de 21,62% de la flore du site, 16 à Dara Amadou soit un taux de 21,92% et 10 à Angué soit 17,24%. Elles ont été suivies des Papilionaceae qui avaient enregistré 25 espèces soit 13,51% à Kouroungoussaou, 12,33 à Dara Amadou et 10,34% à Angué. Ensuite les Convolvulaceae avaient totalisé 19 espèces avec 6,76% à Kouroungoussaou, 12,33% à Dara et 8,62% à Angué. Ces résultats ont été similaires à ceux

trouvés par Maazou et al. (2017) qui avaient montrés que les Gramineae sont les familles les plus représentées avec un taux de 17% dans leur étude sur un plateau de Dantchandou ouest du Niger. Aussi, dans son étude, Soumana (2011), sur les groupements végétaux pâturés des parcours de la région de Zinder et stratégies d'exploitation développées par les éleveurs Uda, Moussa et al. (2022b) dans la commune rurale de Simiri et Amani et al. (2021) sur les impacts des banquettes et demi lunes forestières sur les caractéristiques physico-chimiques du sol et de la diversité végétale spontanée dans l'ouest nigérien, avaient tous trouvé que les espèces de la famille des Poaceae étaient les plus représentées. Ceci peut être expliqué par le fait que ces sites du ProDAF ont été ensemencés en majorité par des Gramineae et mis en défens depuis leur restauration. Elle peut aussi être liée à la pluviométrie et la texture du sol. La dominance des Poaceae atteste que celles-ci sont caractéristiques de la zone sahélienne. Il montre également que l'aménagement a entraîné le retour du couvert végétal.

Toutes les autres familles sont représentées par une à quatre espèces. Cependant, dans les trois sites, on dénombre 38 espèces ligneuses réparties dans 21 familles.

Pour les individus ligneux, trois espèces avaient dominé la flore des sites de Kouroungoussaou et Dara Amadou. Il s'agit des Mimosaceae avec 5 espèces soit 41,67% et 38,46% à Kouroungoussaou et Dara Amadou suivies des Combretaceae et Caesalpiniaceae avec 16,67% chacune à Kouroungoussaou. Ces espèces ont été représentées à Dara Amadou respectivement 23,08% et 15,38%. Cependant, le site de Angué a été dominé par deux espèces en termes d'individus à savoir les Mimosaceae avec 4 espèces soit 30,77% suivies des Caesalpiniaceae avec deux espèces soit 15,38%. Ces résultats étaient en concordance aussi à ceux trouvés par Massaoudou et al. (2015), qui ont trouvé 6 familles regroupant 16 espèces avec la dominance des Mimosaceae (70,43%) et des Caesalpiniaceae (16,5%) dans une étude sur la caractérisation des peuplements ligneux des parcs *Faidherbia albida* (Del) A., Chev. et à *Prosopis africana* (Guil., Perret et

Rich.) Taub du centre sud nigérien. Les résultats étaient aussi similaires à ceux trouvés par Mamadou et al. (2018) qui ont trouvés 3 espèces dominées par la famille des Mimosaceae (62,73%) dans une étude sur l'analyse de l'état de la diversité floristique des plateaux suivant un Gradient d'aridité Nord – Sud dans la Réserve de Biosphère du W du Niger.

De manière générale, les espèces les plus fréquentes de la zone d'étude en fonction des sites étaient : à Kouroungoussaou d'*Acacia raddiana* (40,02%), *Acacia nilotica* (15,59%), *Balanites aegyptiaca* (12,20%), *Guiera senegalensis* (10,85%). Quant au site de Dara Amadou, il s'agissait de *Guiera senegalensis* (39%), *Acacia nilotica* (17%), *Cassia singuina* (10%). Enfin à Angué, il a été distingué *Guiera senegalensis* (34%), *Bauhinia rufescens* (29%) et *Anonna senegalensis* (13%). Les autres espèces étaient relativement peu fréquentes avec des fréquences inférieures à 10%.

L'analyse de la diversité des ligneux avait fait ressortir une diversité moyenne sur l'ensemble de la zone d'étude. Néanmoins, il existait une grande diversité floristique dans le site de Dara Amadou avec une diversité maximale de 6,40 plus élevée que celle de Kouroungoussaou (6,02) et d'Angué (5,85). En effet, la commune de Dara Amadou présentait un indice de Shannon (H') de 3,7 bits et d'une équitabilité de Pielou (E) de 0,57 plus élevés que ceux des sites de Kouroungoussaou (H' = 2,47 et E = 0,39) et de Angué (H' = 2,94 et E = 0,5). La diversité spécifique moyenne était nettement inférieure à celle trouvée par Mahamane et al. (2018a) observée au niveau du système agroforestier de Faya (H' = 2,57 bits et E = 0,71) et Saidou et al. (2013) sur les plaines de la station de Toukounous (3,08 bits en 2007 et 3,67 bits en 2008). Cette dernière n'a pas concerné le site de Dara Amadou. En effet, cette différence pourrait être due aux variations pluviométriques et à l'étendue de la zone d'étude.

S'agissant de la productivité fourragère des sites, celle de Kouroungoussaou était la plus élevée avec (1,894 t/ha), suivie du site de Dara Amadou avec (1,664 t/ha) et Angué présentait la plus faible productivité (1,176

t/ha). La faible production fourragère observée dans le site de la fixation des dunes serait due au manque d'entretien des ouvrages et de la divagation des animaux. Cette production moyenne observée des matières sèches reflète un bon recouvrement des herbacées. Ces deux techniques de restauration ont impacté positivement la reconstitution de la végétation herbacée. Ce résultat était similaire à celui trouvé par Conedera et al. (2010) qui était de 1,90 T /ha. Ils étaient également supérieurs à ceux trouvés par Moussa et al. (2022b) qui était de 0,149 t /ha et à ceux trouvés par Amani et al. (2021) qui était de 0,849 t / ha. Quant à la capacité de charge, elle était de 0,41 UBT à l'hectare pendant 240 jours soit 8 mois. La variation de la capacité de charge entre les sites pouvait être liée à l'âge des sites. Ce résultat était supérieur à celui de Soumana (2011) qui était de 0,30 UBT mais, restait dans la même logique que cette capacité augmente selon la durée.

Conclusion

De l'analyse globale de la liste floristique, les trois sites présentaient une richesse et une diversité spécifique très importantes. Les herbacées avaient évolué en fonction de l'âge des sites et de la pluviosité. Elles étaient dominées par les Gramineae à cause de leur adaptabilité au climat du Sahel. En termes de diversité biologique, il ressort que le site de Dara Amadou était le plus diversifié avec un indice de Shannon de 3,70 bits suivi du site d'Angué (2,94 bits) et celui de Kouroungoussaou (2,47 bits). Quant à la productivité herbacée des sites, celle de Kouroungoussaou avait enregistré la plus grande quantité (1, 894 t/ha) suivie de Dara Amadou (1, 664 t /ha) et Angué (1, 176 t/ha). La production des deux sites (Kouroungoussaou et Dara Amadou) était importante du fait que le comité de gestion a joué son rôle à travers le gardiennage et aussi la réussite des activités sur le terrain. Par contre, celui d'Angué n'a bénéficié d'aucune protection et l'objectif visé était la fixation des dunes. En définitive, la réalisation des demi-lunes pastorales et la fixation des dunes ont contribué à la résilience des populations rurales

et à l'atténuation des effets du changement climatique. Ces actions devaient être encouragées et soutenues afin de sauvegarder l'environnement.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas d'intérêts concurrents.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Dans le cadre de cette étude, HSW a élaboré le protocole de recherche, collecté les données du terrain, traité les données et a rédigé le manuscrit. OMA a participé au plan de rédaction et à l'amélioration du manuscrit. AG a participé au traitement des données du terrain. KIM a participé à la collecte des données du terrain, HMK a participé à la mise en forme du manuscrit. MAM et BS ont dirigé ce travail et ont apporté des suggestions dans la conduite des différentes activités et l'amélioration du manuscrit jusqu'à la validation du document.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Programme de Développement de l'Agriculture Familiale (ProDAF) pour son appui financier et technique dans le cadre de son partenariat avec l'Université Abdou Moumouni.

REFERENCES

- Abdoulaye MA, Soumana B, Baragé M. 2021. Analyse de la rentabilité économique de la culture du mil et du sorgho sur les sites récupérés avec des demi-lunes dans la zone de Bagaroua au Niger. *International Journal of Current Research*, **13**(09): 18939-18944. DOI: <https://doi.org/10.24941/ijcr.42128.09.2021>
- Amani A, Adam I, Barmo S, Abdourahmane EM, Mahamane A. 2021. Impact des banquettes et demi lunes forestières sur les caractéristiques physico-chimiques du sol et la diversité végétale spontanée dans l'ouest nigérien. *Int. J. Innovation and Applied Studies*, **34**(3): 583-600. <http://www.ijias.issr-journals.org/>.

- Biga I, Rabiou H, Soumana I, Zakari MM. 2020. Diversité floristique, état de la regeneration et structure de la vegetation ligneuse des parcs agroforestiers de l'ouest du Niger. *Afrique Science*, **17**(3): 195-210.
- Bio I, Rabiou H, Soumana I, Moussa MB, Mahamane A. 2021. Etude floristique des formations naturelles à *Vachellia tortilis* subsp. *raddiana* en zone sahélienne du Niger. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, **9**(2): 230-241.
https://www.agrimaroc.org/index.php/Actes_IAPH2
- Boubacar MM, Douma S, Abdourahamane IS, Issiakou B N, Mahamane A. 2022. Occupation du sol, phytodiversité de la forêt classée de Gorou Bassounga (Niger) et perception paysanne sur le changement climatique. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(1): 145-158. DOI: 10.4314/ijbcs.v16i1.13
- Braun-Blanquet J. 1932. *Plant Sociology. The Study of Plant Communities*. Ed. Mc Gray Hill : New York, London ; 439 p.
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19331600801>
- Conedera M, Bomio-Pacciorini N, Bomio-Pacciorini P, Sciacca S, Grandi L, Boureima A, Vettrano AM. 2010. Reconstitution des écosystèmes dégradés sahéliens. *Bois et Forêts des Tropiques*, **304**(2): 61-71.
- Djogo J, Gibigaye M, Tente B, Sinsin B. 2012. Analyses écologique et structurale de la forêt communautaire de Kaodji au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(2): 705-713. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i2.14>
- Frédérique M. 2021. Dynamiques des paysages forestiers au Mozambique : Étude l'écologie du Miombo pour contribuer aux stratégies de restauration des terres dégradées. Biodiversité et Ecologie. *Agro Paris Tech*, Paris, 188p.
- Husch B, Beers T, Kershaw J. 2003. *Forest Mensuration* (4th Edn). Ronald Press Company : London. 456. 16.
- Inoussa TM, Imorou IT, Gbégbo MC, Sinsin B. 2013. Structure et composition floristique des forêts denses sèches de la région des Monts kouffé au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, **64**: 4787-4796.
- Issoufou M, Boureïma O, Ado D. 2018. Evolution de l'occupation des sols dans la partie nord du daillo Bosso, départements de Filingué et Balleyara, région de Tillabéri-Niger. *European Scientific Journal*, **14**(30): 391-407. DOI: 10.19044/esj.2018.v14n30p391
- Katkore B, Mahamane A, Karim S, Boube M, Soumana I, Ousmane LL, Abdoul Razak D, Massaoudou M, Issa CI, Rabiou H, Hassane AH, Saadou M. 2021. Caractérisation de la végétation de trois parcours naturels du centre sud nigérien. *Journal of Environmental Science, Toxicologie and Food*, **15**(7): 23-29. DOI: 10.9790/2402-1507022329
- Kouassi A, Koffi K, N'Goran, K, Ipou IJ. 2014. Potentiel de production fourragère d'une zone pâturée menacée de destruction : cas du cordon littoral Port-Bouet et Grand-Bassam. *Journal of Applied Biosciences*, **82**: 7403-7410. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v82i1.9>
- Larwanou M. 2005. Dynamique de la végétation dans le domaine sahélien du Niger occidental suivant un gradient : rôles des facteurs écologiques, sociaux et économiques. Thèse de doctorat, Université Abdou Mounouni de Niamey, Niamey, p. 186.
- Maazou R, Rabiou H, Issiaka Y, Abdou L, Idi S, Mahamane A. 2017. Influence de l'occupation des terres sur la dynamique des communautés végétales en zone sahélienne. Cas de la commune rurale de Dantchandou (Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(1): 79-92. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i1.7>
- Mahamane A, Saadou M, Danjimo MB, Saley K, Yacoubou B, Diouf A, Morou B, Mamane MI, Soumana I, Tanimoune A. 2009. Biodiversité végétale au Niger : état des connaissances actuelles. *Annales de l'Université de Lomé*, **18** : 81-93.
- Mahamane A, Saley K, Morou B, Rabiou H, Amadou AO, Diouf A, Bakasso Y, Wata IS, Tanimoune A, Saadou M. 2018a. Importance des indicateurs écologiques

- dans la surveillance de la phytodiversité et des changements environnementaux en bioclimat sahélien. *Geo-Eco-Trop*, **42**(2): 297-306.
- Mamane B, Amadou G, Barage M, Comby J, Ambouta JMK. 2018b. Dynamique spatio-temporelle d'occupation du sol dans la Réserve Totale de Faune de Tamou dans un contexte de la variabilité climatique (Ouest du Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(4): 1667-1687. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.13>
- Mamadou AJ, Douma S, Mahamane A. 2018. Analyse de l'état de la diversité floristique des plateaux suivant un gradient d'aridité Nord -sud dans la réserve de biosphère du W du Niger. *European Scientific Journal*, **14**(3): DOI : 10.19044/esj.2018.v14n3p156
- Massaoudou M, Larwanou M, Mahamane S. 2015. Caractérisation des peuplements ligneux des parcs à *Faidherbia albida* (Del) A. Chev. et à *Prosopis africana* (Guill., Perrot et Rich.) Taub. du Centre-Sud Nigérien. *Journal of Applied Biosciences*, **94**: 8890-8906. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v94i1.6>
- Mganga KZ, Musimba NKR, Nyariki DM. 2015. Combining sustainable land management technologies to combat land degradation and improve rural livelihoods in semi-arid lands in Kenya. *Environmental Management*, **56**(6): 1538-1548. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-0150579-9>
- Moussa AO, Dan Gumbo I, Dan Lamso N, Rabiou H, Harouna Seibou A. 2022b. Impact de la demi -lune sylvopastorale sur la revégétalisation des plateaux dans le département de Ouallam (Niger). *European Scientific Journal*, **18**(36): 199-223. DOI : <https://doi.org/10.19.044/esj.2022.v18n.36p199>
- Moussa AO, Dan Lamso N, Dan Guimbo I, Saidou S, Gama Dadi H. 2022a. Etudes des facteurs influant la dynamique du paysage dans le département de Ouallam (Niger). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, **37**(4): 735-751.
- Rabiou H, Massaoudou M, Abasse T, Mahamane A, Mahamane L, Patrick VD. 2020. Structure et régénération des peuplements naturels de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Ziziphus mauritiana* Lam. suivant un gradient écologique dans la région de Maradi au Niger. *Afrika Focus*, **33**(1): 83-104. <https://ojs.ugent.be/AF>
- Saadou M. 1990. La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger. Thèse de Doctorat, Université de Niamey, Niamey, p.395.
- Saidou O, Ricardo F, Marichatou H, Yenikoye A. 2013. Dynamique du peuplement herbacé de la station sahélienne expérimentale de Toukounous (Filingué, Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(2): 657-671. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i2.22>
- Soumana I. 2011. Groupements végétaux pâturés des parcours de la région de Zinder et stratégies d'exploitation développées par les éleveurs Uda'en. Thèse de Doctorat, Université de Niamey, Niamey, p. 222.
- Van den Berg L, Kellner K. 2005. Restoring degraded patches in a semi-arid rangeland of South Africa. *Journal of Arid Environments*, **61**(3): 497-511. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.09.024>.
- Wata SI, Mahamane A, Ousseini I. 2012. La surveillance écologique et environnementale au Niger : un instrument d'aide à la décision, p.13.